

## **MODIFIKASI ALTERNATOR MOBIL MENJADI GENERATOR SINKRON 3 FASA PENGUAT LUAR 220V/380V, 50Hz**

**M. Rodhi Faiz, Hafit Afandi**

**Abstrak :** Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah memodifikasi sebuah alternator mobil menjadi sebuah Generator Sinkron 3 Fasa Penguat Luar 220V/380V, 50Hz. Pembuatan Generator Sinkron 3 Fasa Penguat Luar 220V/380V, 50Hz ini dilakukan dengan merubah konstruksi rotor alternator mobil yang berjumlah 12 kutub di ubah menjadi 4 kutub dengan ukuran diameter kawat belitan 0,35mm dengan jumlah 1525 lilitan. Belitan stator juga di ubah sistem belitannya karena untuk memperoleh tegangan 220 V perlu di ganti dengan kawat berdiameter 0,25mm. Dengan sistem belitan satu layar. Jumlah belitan kawat dalam satu slot stator adalah 350 belitan. Generator Sinkron 3 Fasa Penguat Luar 220V/380V, 50Hz ini fasa dan netral dapat dibebani dengan lampu pijar 75 Watt. Hasil pembuatan tugas akhir ini akan di gunakan sebagai trainer praktikum pada lab pembangkit listrik.

**Kata-kata kunci:** Alternator Mobil, Generator Sinkron, Penguat Luar

Generator listrik merupakan sistem utama dalam jaringan pembangkit tenaga listrik. Sebagian besar energi listrik yang dipergunakan oleh konsumen untuk kebutuhan sehari-hari dihasilkan oleh generator Sinkron tiga fasa yang ada di pusat pembangkit tenaga listrik.

Sekarang ini laboratorium pembangkit energi listrik Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang belum memiliki trainer praktikum sistem parallel generator. Salah satu kelengkapan modul praktikum tersebut adalah generator sinkron 3 fasa penguat luar 220V/380V, 50Hz dengan daya yang kecil, sedangkan generator sinkron 3 fasa penguat luar yang tersedia di pasaran relatif mempunyai daya yang besar dan ukurannya juga besar besar.

Untuk memenuhi kelengkapan alat praktikum pada laboratorium pembangkit maka saya akan merakit trainer praktikum berupa generator sinkron tiga fasa penguat luar 220V/380V, 50Hz dengan memodifikasi sebuah alternator mobil dengan sistem sikat, saya menggunakan alternator mobil karena alternator mempunyai sistem penguatan luar

dan ukurannya kecil sehingga praktis untuk di taruh di atas meja praktek.

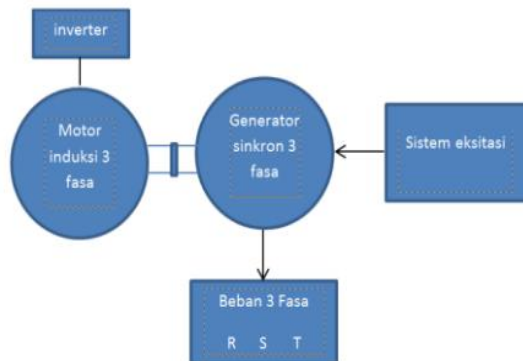
Alternator mobil banyak tersedia di pasaran dengan berbagai jenis dan ukuran, sehingga mudah dicari dan disesuaikan dengan kebutuhan. Generator listrik dengan daya yang kecil biasanya menggunakan penguatan sendiri berupa magnet permanent sehingga hanya dapat bekerja secara maksimal pada putaran nominal saja.

Modifikasi alternator mobil menjadi generator sinkron 3 fasa penguat luar 220V/380V, 50Hz ini akan di gunakan sebagai trainer untuk memenuhi alat praktikum pada laboratorium pembangkit energi listrik Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang.

### **METODE**

Rancang Bangun modifikasi alternator mobil menjadi generator sinkron 3 fasa penguat luar 220V, 1500 rpm ini terdiri dari beberapa blok dan masing-masing blok memiliki fungsi yang berbeda. Dalam perancangan ini hanya membahas tentang modifikasi alternator mobil men-

jadi generator sinkron 3 fasa penguat luar 220V, 1500 rpm. Diagram blok rangkaian ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Penjelasan dari Gambar 1 adalah untuk memulihkan variasi tegangan keluaran tersebut agar segera stabil, maka unit pembangkit dilengkapi dengan Sistem eksitasi. Dalam perencanaan ini, unit pembangkit disimulasikan oleh sebuah generator sinkron 3 fasa hasil modifikasi dengan digerakkan oleh sebuah motor induksi 3 fasa, yang dikendalikan dengan inverter, untuk menjaga putaran konstan sehubungan dengan semakin banyak beban generator maka putaran rotor juga semakin berat.

### Spesifikasi Alat

Spesifikasi generator sinkron 3 fasa penguat luar 220V/380V, 50Hz hasil modifikasi adalah sebagai berikut:

- Tegangan eksitasi 0 sampai 100 volt
- Tegangan keluaran 220V/380V
- Frekuensi 50Hz
- Daya 100W

### Perancangan Generator Sinkron 3 Fasa Penguat luar

Perancangan generator sinkron adalah meliputi percobaan dan pengukuran alternator yang akan di ubah menjadi generator sinkron 3 fasa penguat luar 220V, 1500 rpm dengan komponen utama berupa alternator mobil.

### 1. Frekuensi dan Kecepatan Putar Generator Sinkron

Frekuensi listrik yang dihasilkan generator sinkron adalah sinkron dengan kecepatan putar generator. Rotor generator sinkron terdiri atas rangkaian elektromagnet dengan suplai arus DC. Medan magnet rotor bergerak pada arah putaran rotor. Hubungan antara kecepatan putar medan magnet pada mesin dengan frekuensi elektrik pada stator adalah:

$$n = \frac{60 f}{p} \quad (1)$$

dimana:

n = Kecepatan putar rotor (rpm)

P = Jumlah pasang kutub rotor

f = frekuensi (Hz)

Dengan demikian untuk menghasilkan arus bolak-balik dengan frekuensi listrik sebesar 50Hz, dengan jumlah kutub yang ditentukan maka, perlu perhitungan dengan memasukkan rumus 1:

$$\begin{aligned} n &= \frac{60 f}{p} \\ n &= \frac{60 \cdot 50}{2} \\ n &= \frac{3000}{2} \\ n &= 1500 \text{rpm} \end{aligned}$$

### 2. Modifikasi Rotor

Rotor merupakan bagian yang ikut berputar. Kumparan medan diletakkan pada rotor. Rotor juga terdiri dari laminasi-laminasi seperti halnya stator untuk mengurangi rugi-rugi arus pusar. Rotor pada generator sinkron pada dasarnya adalah sebuah elektromagnet yang di suplai oleh tegangan DC

### Modifikasi Kutub Magnet

Sesuai dengan perhitungan kecepatan putar generator Untuk memperoleh frekuensi 50Hz dengan kecepatan putar 1500 rpm maka harus melakukan modifikasi rotor pada alternator mobil yang semula berjumlah 12 kutub menjadi 4 kutub. Modifikasi rotor dilakukan

dengan cara memotong, mengecor/las pembubutan. Rotor alternator berkutub 12 ditunjukkan Gambar 2.



**Gambar 2. Rotor Alternator Mobil**

Untuk memperoleh frekuensi 50Hz rotor yang berkutub 12 tersebut harus diubah menjadi 4 kutub. Proses modifikasi rotor ini dilakukan dengan cara melakukan pemotongan pada kedua bagian rotor yaitu masing-masing 2 kutub sehingga pada setiap bagian rotor tinggal 4 kutub.

Pada kedua bagian rotor kutub yang berdekatan tadi di cor/ di las untuk disatukan sehingga jumlah kutub pada masing-masing bagian rotor menjadi 2 kutub.

Setelah pada masing-masing bagian rotor tersisa 2 kutub. Kedua bagian rotor tersebut selanjutnya di satukan dan di bubut untuk membentuk rotor menjadi rata dan berbentuk silinder ditunjukkan Gambar 3



**Gambar 3. Rotor Alternator Mobil Hasil Modifikasi**

### **Modifikasi Kumputan Medan**

Kumputan medan adalah konponen utama pada rotor suatu generator dalam menghasilkan medan magnet. Kumputan ini mendapat arus searah dari sumber eksitasi tertentu. Ketika belitan medan ini disuplai oleh eksiter, maka kutub yang berdekatan akan membentuk kutub berlawanan yaitu U dan S.

Kumputan medan alternator pengisian mobil kebanyakan menggunakan belitan dengan kawat tembaga yang berdiameter antara 0,5mm- 0,8mm karena dirancang untuk eksitasi tegangan rendah untuk menyesuaikan tegangan accu mobil antara 12V- 24V.

Pada modifikasi ini kawat email yang telah terbakar diganti dengan kawat tembaga baru dengan diameter 0,35mm dengan jumlah 1525 lilitan untuk menyesuaikan dengan tegangan eksiter yang akan diberikan yaitu 0V-100V

Belitan medan dibuat dengan cara membelitnya pada sebuah mal berbentuk lingkaran dengan ukuran yang telah disesuaikan dengan diameter dan lebar pada rotor generator. Setelah itu kawat email dengan diameter 0,35mm dibelitkan pada mal tersebut, agar hasilnya bagus proses pembelitan harus rata sampai dengan 1525 lilitan. Kumputan yang telah selesai di lilit sebaiknya langsung di ikat agar tidak lepas dan rusak seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4. Belitan Medan Magnet Alternator**

### **3. Modifikasi Belitan Stator**

Untuk merubah tegangan alternator 24V DC menjadi 220V AC maka kumputan jangkar atau stator perlu di modifikasi dengan cara merubah ukuran kawat dan sistem belitannya. Kumputan stator yang semula menggunakan kawat yang berdiameter besar dan jumlah belitannya sedikit diganti dengan kawat yang ber-ukuran 0,25mm dengan jumlah belitan 350 belitan per slot. Cara

menentukan langkah belitan adalah sebagai berikut:

1. Jumlah alur/ kutub/ fasa dengan :  

$$G = 3.2p.g \quad (2)$$

$$g = G / 3.2p = 36/3.2p = 32/12 = 3$$
2.  $\tau p$ 
  - a. Jarak U-S yang terdekat  $Tp = 180^\circ$   
Lis, oleh karena generator mempunyai 4 kutub, maka jarak dalam derajat biasa:  
 $360^\circ/4 = 90^\circ$  biasa
  - b. Jarak alur terdekat dihitung dengan derajat biasa  
 $360^\circ/36 = 10^\circ$  biasa

Maka jarak alur  $\tau p = 90^\circ / 10^\circ = 9$  alur  
Jadi kutub U terletak pada alur 1 dan kutub S terletak pada alur 10.
3. Jarak fasa satu dengan fasa lainnya.  
Jarak fasa ialah listrik, sedang jarak alur di hitung dalam derajat listrik.  
 $(\beta e) = (360^\circ / 36) * 2 = 20$  listrik  
Maka permulaan fasa kedua terletak pada jarak:  
 $120^\circ / 20^\circ = 6$  alur  
Maka permulaan fasa ke dua terletak pada alur ke 7.
4. Jumlah slot/kutub/fasa atau kumparan/ kutub/ fasa ataupun kumparan/belitan pada belitan terdistribusi dapat ditentukan dari:

$$q = \frac{s}{p \cdot \phi}$$

$$q = \frac{36}{4 \cdot 3}$$

$$q = 3$$

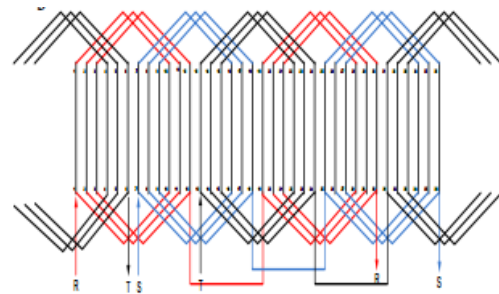
Apabila s menyatakan jumlah slot pada stator dan p menyatakan jumlah kutub maka pada mesin 3 fasa, jumlah slot per kutub per fasa sama dengan 3.

### Bentangan Belitan Stator

Pada perancangan generator tiga fasa ini menggunakan sistem belitan satu lapis, seperti ditunjukkan Gambar 5 kumparan fasa R menempati slot bernomor 1,2,3,10, 11,12,19,20,21,28,29,30. Kumparan fasa S menempati slot bernomor 7,8,9,16,17,18, 25,26,27,34,35,36. Kumparan fasa T me-

nempati slot bernomor 4,5,6,13,14,15,22, 23,24,31,32,33.

Dimana pada setiap alur akan ditempatkan kawat email 0,25 mm sebanyak 350 batang dan pada ujung masing masing belitan yaitu R-S-T akan di hubung bintang dan akan dikeluarkan sebagai titik N, se-perti ditunjukkan Gambar 5.



**Gambar 5. Bentangan Belitan Satu Lapis Generator Sinkron 3 Fasa**

### Memasang Belitan Stator

Pemasangan belitan stator dilakukan dengan teliti agar tidak ada kawat email yang terluka. Sebelum memasang belitan pada slot stator pada slot stator harus di pasang kertas snomex. Kertas snomex di gunakan sebagai isolasi antara belitan dengan stator dan berguna untuk melindungi belitan dari gesekan saat memasukkan belitan pada slot stator. Pemasangan kertas snomex pada stator

Setelah semua slot pada stator diberi kertas snomex, selanjutnya adalah memasukkan belitan pada slot stator. Pemasangan belitan dilakukan satu persatu agar mudah dalam pengerjaannya. Pada waktu memasang belitan, belitan jangan sampai ada yang luka agar tidak terjadi konsleting. Gambar 6 menunjukkan cara pemasangan belitan stator.

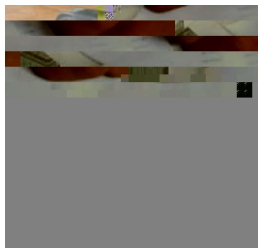


**Gambar 6. Pemasangan Belitan Pada Slot Stator**

Setelah memasukkan kawat pada slot belitan harus ditata agar rapi dan untuk mempermudah pada pemasangan belitan berikutnya. Slot yang sudah ditempati belitan ditutup dengan kertas snomex lagi untuk melindungi kawat dari gesekan rotor.

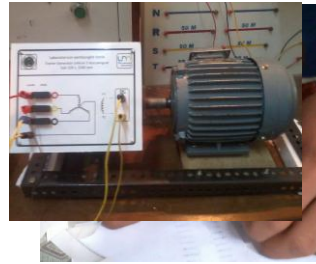
Setelah semua belitan diberi sirlak maka rotor dimasukkan dahulu dalam stator. pemasangan rotor harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak menggores belitan.

Setelah rotor di masukkan dalam stator maka beri pelindung lagi pada bagian kepala belitan agar kepala belitan tidak terluka saat memasang kerangka alternator. Gambar 7 menunjukkan gambar generator sinkron 3 fasa penguat luar 220V/380V, 50Hz yang selesai dirakit.



**Gambar 7. Generator Sinkron 3 Fasa Penguat Luar 220V/380V, 50Hz**

Setelah generator selesai dimodifikasi dan dirakit maka generator dikopel dengan motor induksi tiga fasa sebagai penggerak mula, seperti ditunjukkan Gambar 8.



**Gambar 8. Generator Sinkron 3 Fasa Penguat Luar 220V/380V, 50Hz Dengan Motor Penggerak**

## HASIL

### Pengujian Karakteristik Generator

Pengujian karakteristik generator ini bertujuan untuk mengetahui tegangan dan frekuensi keluaran generator pada saat generator tidak berbeban dan generator dalam keadaan berbeban.

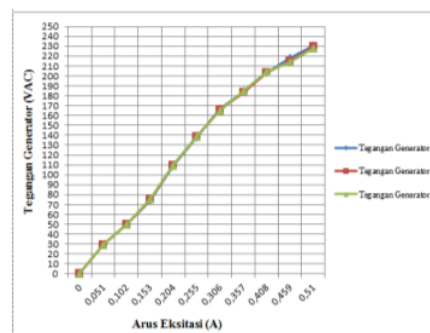
### Karakteristik Generator Beban Nol

Data hasil pengujian tegangan generator sinkron 3 fasa 220/380V, 50Hz tanpa beban dengan putaran penuh tertulis pada Tabel 1.

**Tabel 1. Data Generator Tanpa Beban**

Kecepatan putar rotor (RPM)	Tegangan eksitasi (Vdc)	Arus Eksitasi (amper)	Frekuensi Generator (Hz)	Tegangan Generator (Volt)		
				R	S	T
1494	0	0	49,9Hz	0	0	0
1494	5	0,051	49,9Hz	29,1	29	29,3
1494	10	0,102	49,9Hz	50,1	50,1	50,3
1492	15	0,153	49,9Hz	74,3	74,5	75,5
1491	20	0,204	49,8Hz	108,7	109,3	109,8
1490	25	0,255	49,8Hz	137,9	138,9	138,7
1489	30	0,306	49,8Hz	167,1	166,2	165,5
1489	35	0,357	49,8Hz	184,2	183	185,2
1488	40	0,408	49,8Hz	203,7	203,7	204,1
1488	45	0,459	49,8Hz	217,8	214,6	214,3
1488	50	0,51	49,8Hz	230,8	229,5	228

Dari data Tabel 1 diperoleh karakteristik generator seperti pada Gambar 9.



**Gambar 9. Grafik Karakteristik Beban Nol**



Dari Gambar 9 terlihat bahwa tegangan keluaran pada generator dapat terus naik apabila arus eksitasi terus di naikan. Pada saat arus eksitasi generator 0,051 amper tegangan generator pada fasa R adalah 29,1V fasa S adalah 29V dan fasa T adalah 29,3V. Pada saat arus eksitasi generator 0,102 ampere tegangan generator pada fasa R adalah 50,1V fasa S adalah 50,1V dan fasa T adalah 50,3V. Arus eksitasi generator ditingkatkan 50% peningkatan tegangan generator yang terjadi adalah sekitar 57%. Pada saat arus eksitasi generator 0,102 ampere tegangan generator pada fasa R adalah 50,1V fasa S adalah 50,1V dan fasa T adalah 50,3V. Pada saat arus eksitasi generator 0,204 ampere tegangan generator pada fasa R adalah 108,7 V fasa S adalah 109,3V dan fasa T adalah 109,8V sedangkan saat arus eksitasi generator 0,255 amper tegangan generator pada fasa R adalah 137,9V fasa S adalah 138,9V dan fasa T adalah 138,7 V. Kenaikan yang signifikan terlihat saat arus eksitasi generator dinaikkan dari 0,204 amper ke 0,255 amper terjadi kenaikan tegangan sebesar 78,9% dengan kenaikan arus eksitasi sebesar 80%. Gambar 9 menunjukkan bahwa pada saat arus eksitasi diubah-ubah mulai dari 0 sampai dengan 0,51 tegangan pada ketiga fasa generator semakin naik yaitu dari 0 sampai 230,8 V. Dari hasil yang diperoleh diatas terlihat bahwa tegangan keluaran generator berbanding lurus dengan kenaikan arus eksitasi yang diberikan.

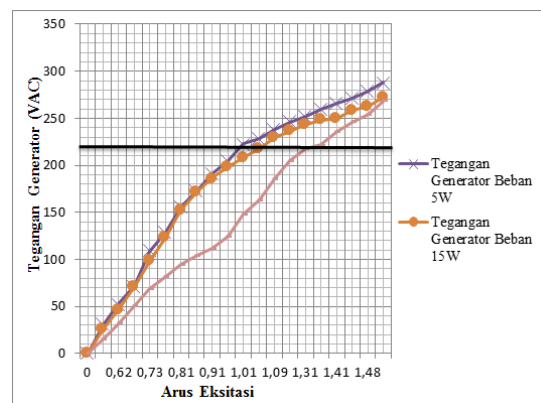
### Karakteristik Generator Berbeban

Pengujian karakteristik generator berbeban ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan output generator terhadap arus eksitasi generator.

**Tabel 2. Hasil Pengambilan Data Generator Saat Diberi Beban Lampu Pada Fasa R.**

Frekuensi Generator (Hz)	Tegangan Eksitasi (V/alt DC)	Arus Eksitasi (A)	Beban Lampu 5W		Beban Lampu 15W		Beban Lampu 75W	
			E Generator (V/AC)	I <sub>a</sub> (A)	E Generator (V/AC)	I <sub>a</sub> (A)	E Generator (V/AC)	I <sub>a</sub> (A)
49,7	0	0	0	0	0	0	0	0
49,7	5	0,55	30,5	1,69	26,4	0,91	15,5	1,55
49,6	10	0,62	52,5	1,66	46,2	1,53	32	1,44
49,6	15	0,68	71,7	1,60	70,9	1,42	51	1,37
49,6	20	0,73	109	1,58	98,1	1,39	69	1,31
49,6	25	0,78	128,9	1,56	123,7	1,37	82	1,28
49,6	30	0,81	155,2	1,50	152,4	1,33	95	1,23
49,6	35	0,86	172,6	1,44	171,5	1,27	104	1,2
49,6	40	0,91	191	1,36	186,4	1,26	112	1,18
49,6	45	0,95	205	1,34	198,8	1,25	125	1,15
49,6	48,5	0,49	220	1,32	200	1,24	137	1,13
49,6	50	1,01	223	1,29	207,9	1,23	148	1,11
49,6	55	1,05	229	1,24	218,2	1,21	163,2	1,04
49,6	57	1,07	234	1,22	220	1,19	170	1,03
49,6	60	1,09	238	1,2	229,2	1,17	186	1,02
49,6	65	1,18	246	1,19	236,5	1,1	204,6	0,97
49,6	70	1,31	251,6	1,12	243,5	1,04	218	0,88
49,6	72,3	1,34	254	1,1	246	1	220	0,87
49,6	75	1,38	259	1,08	248	0,95	221,8	0,85
49,6	80	1,41	266,4	1,03	250	0,88	236	0,77
49,6	85	1,45	271	0,98	258	0,81	246	0,72
49,6	90	1,48	279	0,95	263	0,71	254	0,60
49,6	100	1,53	288	0,84	272,3	0,66	268,5	0,53

Dari data pada Tabel 2 diperoleh kurva karakteristik generator berbeban pada fasa R, seperti terlihat pada Gambar 10.



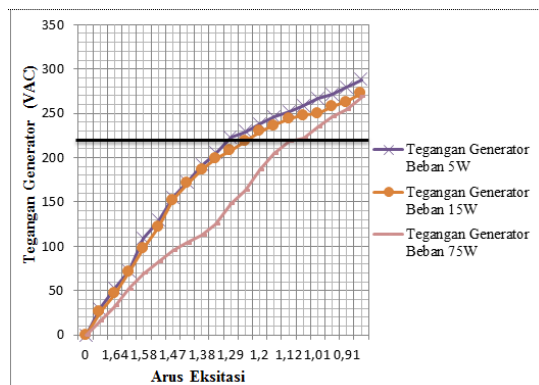
**Gambar 10. Grafik Karakteristik Generator Berbeban Fasa R**

Dari Gambar 10 dapat diamati kenaikan tegangan generator pada fasa R saat berbeban lampu 5W, 15W dan 75W. Pada saat arus eksitasi 1,01 ampere tegangan fasa R saat berbeban lampu 5W adalah sebesar 223V. Untuk beban 15W untuk mencapai tegangan 229,2V arus eksitasi yang di butuhkan adalah 1,09 ampere. Pada beban 70W untuk mencapai tegangan 221,8V arus eksitasi yang dibutuhkan adalah 1,38 ampere.

**Tabel 3. Hasil Pengambilan Data Generator Saat Diberi Beban Lampu Pada Fasa S.**

Frekuensi Generator (Hz)	Tegangan Eksitasi (Volt DC)	Arus Eksitasi (A)	Beban Lampu 5W		Beban Lampu 15W		Beban Lampu 75W	
			E Generator (VAC)	I <sub>a</sub> (A)	E Generator (VAC)	I <sub>a</sub> (A)	E Generator (VAC)	I <sub>a</sub> (A)
49,7	0	0	0	0	0	0	0	0
49,7	5	0,55	30,5	1,08	26,4	1,04	16	1,5
49,6	10	0,62	52,5	1,04	45,9	1,53	52,2	1,41
49,6	15	0,68	71,7	1,01	70,8	1,43	52,1	1,37
49,6	20	0,73	109	1,58	97,5	1,39	69	1,31
49,6	25	0,78	128,9	1,52	121,3	1,57	82	1,28
49,6	30	0,81	155,2	1,47	152,8	1,36	95	1,23
49,6	35	0,86	172,6	1,44	170,5	1,29	104	1,2
49,6	40	0,91	191,4	1,36	186,4	1,26	112	1,18
49,6	45	0,95	205,2	1,33	198,8	1,24	125,4	1,16
49,6	50	1,01	223	1,29	207,9	1,23	148,2	1,11
49,6	55	1,05	228,7	1,24	218,2	1,21	163,2	1,04
49,6	60	1,09	238	1,2	229,2	1,17	186	1,02
49,6	65	1,18	246	1,19	236,5	1,1	204,6	0,95
49,6	70	1,31	251,6	1,13	243,5	1,04	218	0,88
49,6	75	1,38	259	1,08	248	0,95	221,8	0,8
49,6	80	1,41	266,4	1,03	250	0,88	236	0,77

Dari data pada Tabel 3 diperoleh kurva karakteristik generator berbeban pada fasa S, seperti terlihat pada Gambar 11.

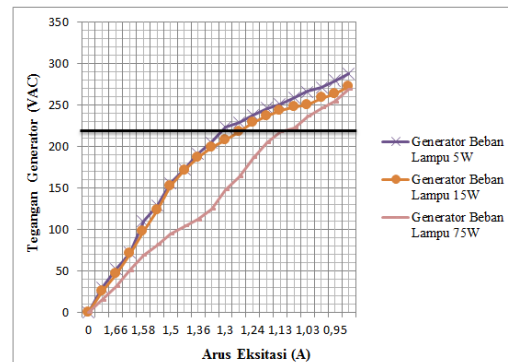
**Gambar 11. Grafik Karakteristik Generator Berbeban Fasa S**

Dari Gambar 11 kenaikan tegangan generator pada fasa S saat berbeban lampu 5W,15W dan 75W. Pada saat arus eksitasi 1,01 ampere tegangan fasa R saat berbeban lampu 5W adalah sebesar 223V. Untuk beban 15W untuk mencapai tegangan 229,2V arus eksitasi yang di butuhkan adalah 1,09 ampere. Pada beban 70W untuk mencapai tegangan 221,8V arus eksitasi yang di butuhkan adalah 1,38 ampere.

**Tabel 4. Hasil Pengambilan Data Generator Saat Diberi Beban Lampu Pada Fasa T.**

Frekuensi Generator (Hz)	Tegangan Eksitasi (Volt DC)	Arus Eksitasi (A)	Beban Lampu 5W		Beban Lampu 15W		Beban Lampu 75W	
			E Generator (VAC)	I <sub>a</sub> (A)	E Generator (VAC)	I <sub>a</sub> (A)	E Generator (VAC)	I <sub>a</sub> (A)
49,7	0	0	0	0	0	0	0	0
49,7	5	0,55	31	1,67	26,4	0,91	15,5	1,55
49,6	10	0,62	52,5	1,66	46,2	1,53	32	1,44
49,6	15	0,68	71,9	1,60	70,9	1,42	51	1,37
49,6	20	0,73	109,8	1,58	98,1	1,39	69	1,31
49,6	25	0,78	128,9	1,55	123,7	1,37	82	1,28
49,6	30	0,81	155,5	1,50	152,4	1,33	95	1,23
49,6	35	0,86	172,6	1,44	171,5	1,27	104	1,2
49,6	40	0,91	191,4	1,36	186,4	1,26	112	1,18
49,6	45	0,95	205,2	1,33	198,8	1,24	125	1,14
49,6	50	1,01	223	1,30	207,9	1,23	148	1,11
49,6	55	1,05	228,7	1,24	218,2	1,21	163,2	1,04
49,6	60	1,09	238	1,24	228,9	1,17	186	1,02
49,6	65	1,18	246	1,19	236,5	1,1	204,6	0,97
49,6	70	1,31	251,6	1,13	243,5	1,04	218	0,88
49,6	75	1,38	259	1,08	248	0,95	221,8	0,85
49,6	80	1,41	266,4	1,03	250	0,88	236	0,77

Dari data pada Tabel 4 diperoleh kurva karakteristik generator berbeban pada fasa T, seperti terlihat pada Gambar 12.

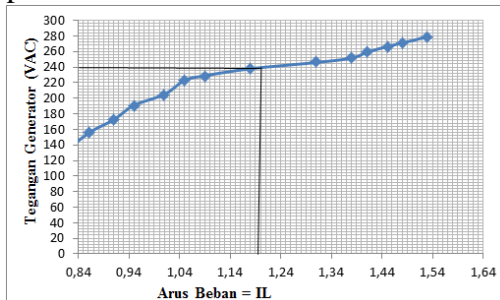
**Gambar 12. Grafik Karakteristik Generator Berbeban Fasa T**

Dari Gambar 12 kenaikan tegangan generator pada fasa T saat berbeban lampu 5W,15W dan 75W. Pada saat arus eksitasi 1,01 amper tegangan fasa R saat berbeban lampu 5W adalah sebesar 223V. Untuk beban 15W untuk mencapai tegangan 228,9V arus eksitasi yang dibutuhkan adalah 1,09 ampere. Pada beban 70W untuk mencapai tegangan 221,8V arus eksitasi yang di butuhkan adalah 1,38 ampere.

Perbedaan karakteristik generator berbeban pada ketiga fasa generator semua hampir sama perbedaan arus eksitasi generator pada beban berbeda sekitar 0,08 amper sampai dengan 0,29 amper. Bertambahnya beban pada generator identik dengan bertambahnya daya nyata atau daya reaktif yang mengalir dari generator. Maka pertambahan beban akan membuat arus yang mengalir dari generator ke beban semakin besar, pertambahan arus ini akan mempengaruhi nilai tegangan keluaran pada generator. Agar tegangan keluaran pada generator tetap konstan perlu mengubah-ubah arus eksitasi, sehingga untuk beban yang semakin besar arus eksitasi yang dibutuhkan generator semakin besar juga.

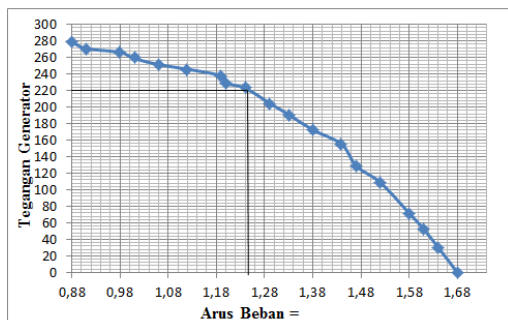
### Karakteristik Luar Generator

Gambar 13 merupakan gambar karakteristik luar generator fasa R yang diperoleh dari data Tabel 2.



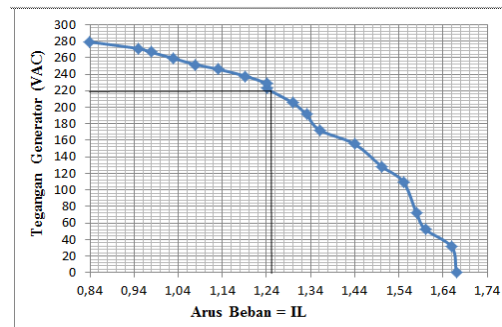
**Gambar 13. Karakteristik Luar Generator Fasa R Berbeban Lampu 5W**

Gambar 14 merupakan gambar karakteristik luar generator fasa S yang diperoleh dari data Tabel 3.



**Gambar 14. Karakteristik Luar Generator Fasa S Berbeban Lampu 5W**

Gambar 15 merupakan gambar karakteristik luar generator fasa T yang diperoleh dari data Tabel 4.

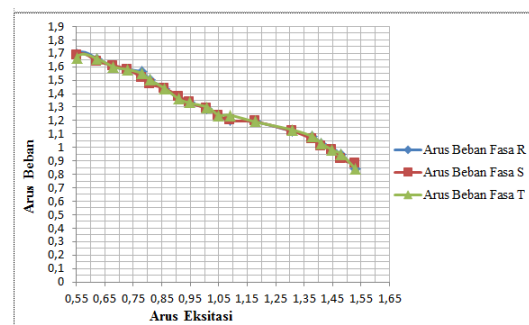


**Gambar 15. Karakteristik Luar Generator Fasa T Berbeban Lampu 5W**

Karakteristik ini memperlihatkan pengaruh dari perubahan arus beban (IL) terhadap tegangan terminal generator sinkron. Dalam penentuan karakteristik luar generator sinkron, putaran generator diatur tetap, arus medan tetap. Pada Gambar 13, Gambar 14, dan Gambar 15 terlihat bahwa pada saat arus yang mengalir pada beban naik maka tegangan keluaran generator akan turun. ini disebabkan karena resistansi pada lampu (beban) nilai-nya tetap. Dalam hal ini arus yang mengalir pada stator sama besar dengan arus yang mengalir pada beban.

### Karakteristik Pengaturan Generator

Gambar 16 merupakan gambar karakteristik pengaturan generator yang diperoleh dari data Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4.



**Gambar 16. Karakteristik Pengaturan Generator Berbeban Lampu 5W**



Pada Gambar 16 menunjukkan hubungan antara perubahan arus beban (IL) dengan terhadap arus medan (If) generator sinkron. Dalam karakteristik ini tegangan keluaran generator dijaga konstan dengan putaran generator tetap.

## PEMBAHASAN

Pada saat arus eksitasi semakin tinggi maka arus beban akan turun, ini terbukti saat arus eksitasi 0,55 ampere arus beban pada fasa R adalah 1,69 ampere, arus beban fasa S adalah 1,68 ampere dan arus beban fasa T adalah 1,67 ampere. Pada saat arus eksitasi 0,62 ampere arus beban pada fasa R adalah 1,66 ampere, arus beban fasa S adalah 1,64 ampere dan arus beban fasa T adalah 1,66 ampere. Pada saat arus eksitasi 0,81 ampere arus beban pada fasa R adalah 1,5 ampere, saat arus beban fasa S adalah 1,47 ampere dan arus beban fasa T adalah 1,5 ampere. Penurunan arus beban generator akan terus terjadi bila arus eksitasi dinaikkan ini terjadi karena karakteristik hubungan antara arus beban dengan arus eksitasi generator adalah berbanding terbalik.

## KESIMPULAN

Dalam memodifikasi alternator mobil menjadi generator sinkron 3 fasa 220V/380V, 50Hz yang dilakukan adalah mengubah jumlah kutub alternator yang semula berjumlah 12 kutub menjadi 4 kutub untuk mendapatkan frekuensi 50Hz pada saat putaran rotor generator 1500 rpm dan pada kumparan medan dililitkan kawat tembaga berukuran 0,35mm dengan jumlah 1525 lilitan agar tidak terbakar bila diberi tegangan eksitasi sampai dengan 100V.

Pada modifikasi stator alternator adalah dengan cara melilit ulang menggunakan kawat tembaga yang

berukuran 0,25 mm dengan jumlah 350 lilitan untuk memperoleh tegangan 220V/380V saat generator diberi tegangan eksitasi 60V dan pada putaran 1500 rpm.

## DAFTAR RUJUKAN

- Argana, Sidik. 1999. *Memperbaiki Kerusakan Pada Sistem Pengisian Baterai*. Malang:VEDC.
- Faisal, Ahmad. 2011. *Analisa Perbandingan Pengaruh Pembebanan Resistif, Induktif, Kapasitif Dan Kombinasi Beban R L C Terhadap Regulasi Tegangan Dan Efisiensi Pada Generator Sinkron Tiga Fasa*. Tugas Akhir. Medan: Universitas Sumatra Utara. (online), (<http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/29040>), diakses 4 April 2013.
- Hutagalung, Ferry Daniel. 2010. *Pengaruh Pembebanan Tidak Seimbang Terhadap Rugi-Rugi dan Efisiensi Generator Sinkron Tiga Fasa*. Tugas Akhir. Medan: Universitas Sumatra Utara. (online), (<http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/20111>), diakses 3 April 2013.
- Kadir, Abdul. 1999. *Mesin Sinkron*. Jakarta: Djambatan.
- Lase, Elman Faeri. 2011. *Pengendalian Tegangan Terminal Generator Sinkron Terhadap Perubahan Arus Dan Faktor Daya Beban*. Tugas Akhir. Medan : Universitas Sumatra Utara. (online), (<http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/31051>), diakses 4 April 2013.
- Soeparno dan Bambang Soepatah. 1979. *Mesin listrik 2*. Jakarta-Timur: Aries Lima